Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.2, April 2025 Hal 13487 - 13494
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Analisis Performa Heater Pada Unit Heat Transfer Medium di Polymer Plant dengan Produk Sumber Pemanas

Puput Ayu Wulandari[1], Hilman Imadul Umam[2], Aurelius Airlangga Suryo Wicaksono[3]

[1]Program Studi Teknik Kimia, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat
[2]Program Studi Fisika, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat
[3]Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
***Koresponden email**: puputtt.ayuuu@gmail.com

Diterima: 3 Januari 2025 Disetujui: 17 Februari 2025

Abstract

One of the main requirements in polymer processing is heat. A fired heater is used in the Heat Transfer Medium unit to obtain heat. The efficiency, heat loss, and specific consumption of fired heaters greatly impact the efficiency of energy use in processing. According to SNI, to maintain the efficiency of the fired heater, it is necessary to periodically review its performance using direct and walkthrough methods. The analysis results from three consecutive days showed an efficiency of 87%, 89%, and 89%. The heat loss was 13%, 11%, and 11%. The specific consumption was 70.66, 72.65, and 72.69 Nm³/ton. Overall, these values meet SNI standards: 92% efficiency, 10-15% heat loss, and ≥74 Nm³/ton specific consumption. However, to maintain or increase the efficiency value, it is necessary to monitor operating conditions and conduct regular periodic checks to prevent system leaks that increase heat loss and reduce efficiency.
Keywords: *efficiency, heat loss, fired heater, natural gas, specific consumption*

Abstrak

Salah satu kebutuhan pokok pada pemrosesan polimer adalah *heat.* Untuk memperoleh *heat* digunakan alat *fired heater* yang terdapat pada unit Heat Transfer Medium. Efisiensi, *heat loss*, dan *spesific consumption fired heater* sangat mempengaruhi pada efisiensi pemrosesan hingga energi yang digunakan. Untuk mempertahankan efisiensi *fired heater* sesuai SNI perlu dilakukan peninjauan secara berkala agar performanya terkontrol dengan menggunakan metode *direct* serta metode *walkthrough*. Dari hasil analisis selama 3 hari berturut-turut diperoleh efisiensi sebesar 87%, 89%, 89%. *Heat loss* sebesar 13%, 11%, 11%. *Spesific consumption* sebesar 70.66 Nm^3/ton, 72.65 Nm^3/ton, dan 72.69 Nm^3/ton. Secara keseluruhan sudah memenuhi standar SNI, yaitu untuk efisiensi 92%, *heat loss* masih berada di sekitar 10 hingga 15%, dan *spesific consumption* $\geq$ 74 Nm^3/Ton. Namun, untuk mempertahankan atau meningkatkan keefektifan nilai efisiensi dibutuhkan pemantauan kondisi operasi, *controlling*, dan pengecekan berkala rutin agar tidak terjadi kebocoran sistem yang menyebabkan nilai *heat loss* meningkat sehingga menurunkan nilai efisiensi.
Kata Kunci: *efisiensi, heat loss, fired heater, gas alam, specific consumption*

1. Pendahuluan

Fired heater adalah alat untuk memanaskan fluida thermal oil, yaitu therminol-66 dengan menggunakan bahan bakar berupa natural gas. *Fired heater* terdiri dari *burner, temperature indicator, coil,* dan *combustion chamber* atau ruang pembakaran merupakan tempat terjadinya pembakaran untuk menghasilkan panas [1]. Proses pemanasan terjadi berdasarkan prinsip segitiga api. Segitiga api terjadi ketika terdapat tiga komponen, yaitu bahan bakar, udara pembakaran, dan panas. Jumlah bahan bakar dan udara harus cukup untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna. Namun, jika jumlah udara yang disuplai tidak mencukupi maka pembakaran sempurna tidak akan tercapai [2]. Proses pembakaran dan pasokan udara pembakaran berlangsung secara kontinyu selama *heater* beroperasi [3]. Dengan demikian tingginya tingkat kebutuhan *heat* di setiap pemrosesan maka heat transfer medium terutama *heater* perlu ditinjau secara berkala agar performanya tetap terjaga dan sesuai spesifikasi panas yang dibutuhkan selama pemrosesan karena *heat* sangat menentukan kualitas proses hingga kualitas produk sesuai spesifikasi yang diinginkan kemudian *heat loss* hingga tingkat konsumsi energi yang digunakan. Oleh sebab itu, diperlukan analisis efisiensi pada *heater* untuk mengetahui seberapa efisien alat ini apabila digunakan jangka panjang untuk menghasilkan produk sumber pemanas.

Efisiensi adalah ukuran dalam membandingkan suatu proses penggunaan energi masuk dengan *output* dari suatu proses [4]. Efisiensi perlu dihitung untuk mengetahui apakah kualitas panas yang digunakan sudah maksimal, dimana efisiensi *heater* merupakan salah satu indikator kinerja dari alat *heater.*

Untuk mencapai target tersebut dan menaikkan efisiensi peralatan maka perlu diketahui berapa besar efisiensi yang diperlukan pada unit heat transfer medium untuk menghasilkan produk sumber pemanas sehingga prosess pemanasan dapat berjalan secara optimal, efektif, dan efisien [5]. *Heat loss* adalah kehilangan panas dari pemanas dapat terjadi melalui radiasi panas, pembuangan gas buang, atau konduksi panas ke lingkungan sehingga pentingnya mengetahui dan meminimalkan kehilangan panas dengan isolasi thermal yang baik [6]. *Specific consumption* adalah suatu nilai energi yang dibutuhkan dalam satu ton produk yang dihasilkan. Dengan demikian efisiensi alat yang baik, yaitu alat yang memiliki nilai efisiensi yang tinggi sehingga nilai *heat loss* kecil dan sesuai dengan SNI. Berdasarkan mekanisme peraturan pemerintah PP No 33 tahun 2023 tentang konservasi energi, menyatakan bahwa pengguna energi > 4000 TOE wajib melakukan konservasi energi. Salah satu tahapan dalam memenuhi konservasi energi adalah mengevaluasi pemanfaatan energi yang merupakan salah satu langkah dalam rangka penurunan konsumsi energi dan emisi. Oleh karena itu, perlu dilakukan peninjauan kinerja sistem, energi, dan keefisienan alat *fired heater* (SH Pranolo, 2019).

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode *direct* untuk menganalisa kinerja alat *fired heater* ditinjau dari segi efisiensi, *heat loss*, dan metode *walkthrough* dengan mengolah parameter *specific consumption* untuk menghitung nilai *specific consumption* dengan melakukan studi kasus untuk mengetahui dan melakukan analisis efisiensi *fired heater* aktual selama 3 hari berturut-turut dan membandingkan dengan standart SNI. Pengumpulan parameter data yang diambil, yaitu pada tanggal 21 Juni 2024 sampai tanggal 23 Juni 2024 pada produk sumber pemanas. Adapun spesifikasi natural gas disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Komposisi Natural Gas pada tanggal 21-23 Juni 2024

Komposisi	21/06/2024	22/06/2024	23/6/2024	%mol	Hc (kJ/mol)	LHV
CH_4	90.0336	89.6204	89.82	89.82	802.6	720.9
C_2H_6	3.3465	3.4764	3.4668	3.43	1428.6	49.0
C_3H_8	1.0729	1.133	1.2079	1.14	2043.0	23.2
n-C_4H_{10}	0.2914	0.3038	0.3113	0.30	2656.2	8.0
i-C_4H_{10}	0.2766	0.2855	0.2914	0.28	2648.0	7.5
n-C_5H_{12}	0.0848	0.0861	0.0816	0.08	3245.5	2.7
i-C_5H_{12}	0.135	0.139	0.131	0.14	3239.8	4.4
C_6H_{14}	0.1349	0.1332	0.1212	0.13	3857.6	5.0
C_7H_{16}	0.0674	0.0666	0.0606	0.06	4469.4	2.9
C_8H_{18}	0.0225	0.0222	0.0202	0.02	5080.6	1.1
				LHV (LOW HEATING VALUE)		**824.85**
				GHV (GROSS HEATING VALUE)		**1041.6**

Sumber: Distribusi control sistem (2024)

Berdasarkan **Tabel 1** menunjukan spesifikasi komposisi natural gas, yaitu berupa metana, etana, propana, n-butana, isobutana, n-pentana, isopentana, heksana, heptana, oktana. Dari data komposisi natural gas kemudian di rata-ratakan sehingga diperolah hasil % mol kemudian diperoleh nilai LHV_{NG} atau *Lower Heating Value* sebesar 824.85 dan nilai *Gross Heating Value* sebesar 1041.6 (Yaws,1999).

Tabel 2. Jumah produksi pada tanggal 21 Juni-23 Juni 2024

Jumlah Produksi	(TPD)
Jumlah Produksi pada 21 Juni	445.6
Jumlah Produksi pada 22 Juni	455.6
Jumlah Produksi pada 23 Juni	479.6

Sumber: Distribusi control sistem (2024)

Berdasarkan **Tabel 2** menunjukan parameter jumlah produksi dalam 3 hari berturut-turut, yaitu jumlah produksi pada tanggal 21 Juni 2024 mencapai 445.6 TPD, pada tanggal 22 Juni 2024 jumlah produksi senilai 455.5 TPD, dan pada tanggal 23 Juni 2024 jumlah produksi mencapai 464.6 TPD yang digunakan untuk mendapatkan nilai *specific consumption* (Distribusi control sistem, 2024).

Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume X, No.2, April 2025 Hal 13487 - 13494
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Tabel 3. Parameter HTM pada tanggal 21-23 Juni 2024

Parameter	6/21/2024	6/22/2024	6/23/2024
Flow (m^3/h)	696	720	750
Temperature Supply/out (℃)	328	326.6	327.1
Temperature Return/in (℃)	299.1	296.5	296.7
Temperature Avarage (℃)	313.55	311.55	311.9

Sumber: Distribusi control sistem (2024)

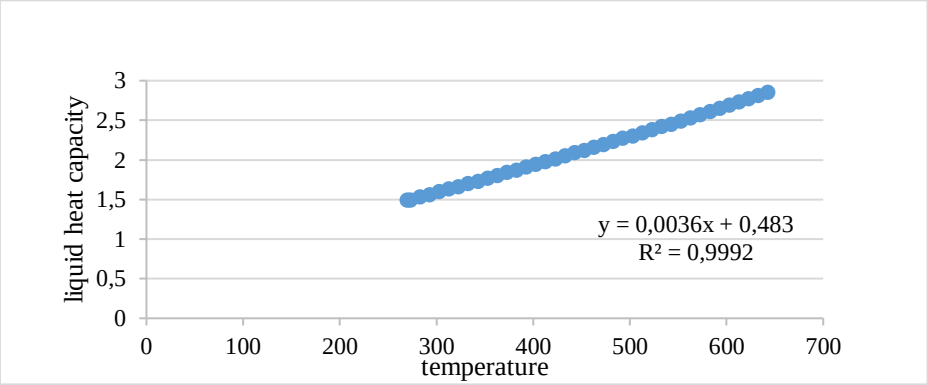
Berdasarkan **Tabel 3** merupakan parameter aktual HTM pada tanggal 21 Juni hingga 23 Juni 2024 terdiri dari *flow* dan *temperature* HTM untuk mendapatkan nilai $C\rho$, ρ, dan Q_{HTM} (Distribusi control sistem, 2024).

Tabel 4. Parameter natural gas pada tanggal 21-23 Juni 2024

Parameter	6/21/2024	6/22/2024	6/23/2024
Flow (Nm^3/h)	1311.9	1379.1	1452.5
Temperature (℃)	30.4	29.9	29.7

Sumber: Distribusi control sistem (2024)

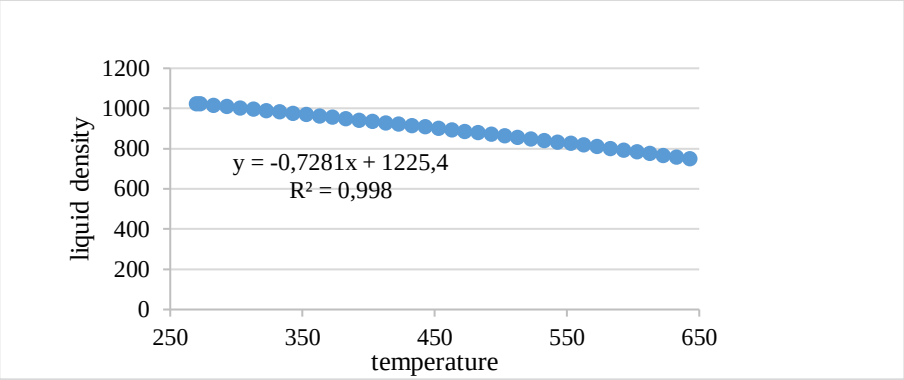
Berdasarkan **Tabel 4** merupakan parameter aktual *flow* dan *temperature* Natural gas pada tanggal 21 Juni hingga 23 Juni 2024 untuk mendapatkan nilai Q_{NG} (Distribusi control sistem, 2024). Selanjutnya untuk mencari persamaan *heat capacity* maka diperlukan parameter *liquid heat capacity*, *temperature*, serta menggunakan metode regresi linear maka dapat diperoleh persamaan untuk mencari nilai *heat capacity* pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Liquid heat capacity, temperature
Sumber: Penulis (2024)

Berdasarkan **Gambar 1** untuk parameter *temperature* (K) dan *liquid heat capacity* (kJ/(kg-K) digunakan untuk mencari nilai $C\rho$ atau *heat capacity* dengan menggunakan metode regresi linear sehingga diperoleh kurva y = 0.0036x + 0.483 untuk mendapatkan nilai *liquid heat capacity.* Kemudian untuk mencari persamaan *density* maka diperlukan parameter *liquid density dan temperature* serta menggunakan metode regresi linear maka dapat diperoleh persamaan untuk mencari nilai *heat capacity* pada **Gambar 2**.

Berdasarkan **Gambar 2** parameter *temperature* (K), dan *liquid density* (kg/m^3**)** pada TF-8695 therminol-66 dengan menggunakan metode regresi linear maka diperoleh kurva y = -0.07281x + 1225,4 untuk mendapatkan nilai *liquid density.* Setelah parameter yang disajikan pada Tabel dan Gambar diatas, seperti *flow*, *temperature*, persamaan *density* (ρ), persamaan *heat capacity* ($C\rho$), LHV_{NG}, dan produksi *ton per day* maka dapat menghitung efisiensi *fired heater.*



Gambar 2. liquid density, temperature
Sumber: Penulis (2024)

Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk menghitung efisiensi, *heat loss*, dan *spesific consumption fired heater* pada tanggal 21 Juni 2024 adalah sebagai berikut.

Langkah 1. Menghitung $C\rho$

$\mathrm{Cp} = 0.0036\mathrm{X} + 0.483$ ... (berdasarkan regresi dan persamaan matematika)
$\mathrm{Cp} = (0.0036 \times 586.55) + 0.483$
$\mathrm{Cp} = 2.61936877\ \mathrm{kJ/kg.K}$

Langkah 2. Menghitung ρ

$\rho = -0.7281\mathrm{X} + 1225.4$ ... (berdasarkan regresi dan persamaan matematika)

$\rho = (-0.7281 \times 586.55) + 1225.4$

$\rho = 798.3329\ {}^{kg}/_{m^3}$

Langkah 3. Menghitung $\mathrm{Q_{HTM}}$

$\mathrm{Q_1} = \mathrm{m} \times \mathrm{Cp} \times \Delta\mathrm{T}$ … (J.P Holman,1993)
$\mathrm{Q_1} = (\rho.\mathrm{v}) \times \mathrm{Cp} \times (\mathrm{Ts} - \mathrm{Tr})$
$\mathrm{Q_1} = (798.33 \times 696).(2.62).(586.55)$
$\mathrm{Q_1} = 42061792.8\ \mathrm{kJ/kg.K}$

Langkah 4. Menghitung $\mathrm{Q_{NG}}$

$\mathrm{Q}_{NG} = \mathrm{n} \times LHV_{NG}$ … (Himmelblau, 1993)
$\mathrm{Q}_{NG} = (\mathrm{v} \times 1000/22.4) \times LHV_{NG}$
$\mathrm{Q}_{NG} = \left(\frac{1311.9\ {}^{Nm^3}/_{h} \times 1000}{22.4}\right) \times 824.85$
$\mathrm{Q}_{NG} = 48308931.62\ \mathrm{kJ/kg.K}$

Langkah 5. Efisiensi Thermal

$\eta Q = \frac{Qout}{Qin} \times 100\%$ … (J.P Holman,1993)
$\eta Q = \left(\frac{42061792.8\ \mathrm{kJ/kg.K}}{48308931.62\ \mathrm{kJ/kg.K}}\right) \times 100\%$
$\eta Q = 87\%$

Langkah 6. Menghitung *Heat loss*

$$\%heat\ loss = 100\% - \eta Q \quad \text{… (J.P Holman,1993)}$$
$$\%heat\ loss = 100\% - 87\%$$
$$\%heat\ loss = 13\%$$

Langkah 7. Menghitung *specific consumption*

$$SC = \frac{v}{produksi} \quad \text{… (J.P Holman,1993)}$$
$$SC = {}^{1311.9\ Nm^3}/_{h} \Big/ \left(\frac{445.6\ TPD}{24h}\right)$$
$$\text{SC} = 70.66\ {}^{Nm^3}/_{ton}$$

Berdasarkan langkah diatas merupakan langkah perhitungan pada tanggal 21 Juni 2024. Untuk tanggal 22 dan 23 Juni 2024 sama, yaitu menggunakan langkah 1 hingga langkah 7 diatas (J.P Holman, 1993).

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan parameter dan persamaan dari metode regresi linear maka diperoleh nilai ρ atau *density* serta nilai $C\rho$ atau *heat capacity* pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil perhitungan gabungan

Parameter	6/22/2024	6/22/2024	6/22/2024
Q_1 *(kJ/kg.K)*	4206	4527	4763
Q_2 *(kJ/kg.K)*	4830	5078	5348
ρ *(Kg/m^3)*	798.3329	799.78915	799.534
Cp (kJ/Kg.K)	2.619369	2.6120841	2.6133
Temperature avg (K)	586.55	584.55	584.9

Sumber: Penulis (2024)

Berdasarkan **Tabel 5** hasil perhitungan gabungan, untuk tanggal 21 Juni 2024, diperoleh nilai *density* sebesar 798.33 Kg/m^3, *heat capacity* 2.6193 kJ/Kg.K, Q_1 = 4206 kJ/kg.K, dan Q_2 = 4830 kJ/kg.K. Untuk tanggal 22 Juni 2024 memperoleh nilai *density* sebesar 799.789 Kg/m^3, *heat capacity* 2.612 kJ/Kg.K, Q_1 = 4527 kJ/kg.K, dan Q_2 = 5078 kJ/kg.K. Untuk tanggal 23 Juni 2024 memperoleh nilai *density* sebesar 799.53 Kg/m^3, *heat capacity* 2.6133 kJ/Kg.K, Q_1 = 4763 kJ/kg.K, dan Q_2 = 534 kJ/kg.K (Penulis, 2024).

Berdasarkan parameter hasil perhitungan gabungan pada **Tabel 5** Berikut hasil analisis perhitungan performa *heater* pada unit heat transfer medium menggunakan metode *direct* untuk menganalisis efisiensi dan *heat loss*, kemudian untuk *specific consumption* menggunakan metode *walkthrough*.

3.1. Efisiensi

Efisiensi adalah ukuran seberapa baik heater dapat memanaskan fluida untuk mencapai kinerja yang optimal dan mengurangi kerugian energi (Prayudi, 2006). Berdasarkan parameter aktual dan hasil perhitungan gabungan maka diperoleh efisiensi pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Efisiensi Gabungan

Efisiensi	Presentase
Efisiensi pada 21 Juni	87%
Efisiensi pada 22 Juni	89%
Efisiensi pada 23 Juni	89%

Sumber: Penulis (2024)

Berdasarkan **Tabel 6** merupakan efisiensi pada tanggal 21-23 Juni 2024 efisiensi termalnya menggunakan data yang sama dalam tiga hari berturut-turut didapatkan hasilnya masing-masing sebesar 87%, 89%, dan 89%. Jika dirata-ratakan untuk efisiensi thermal selama 3 hari sebesar 88% (Penulis, 2024).

3.2. Heat Loss

Heat loss adalah kehilangan panas dari pemanas. Proses ini terjadi melalui tiga mekanisme, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi (L. B. Theodore, 2011). Berdasarkan parameter aktual, hasil perhitungan gabungan, dan efisiensi maka diperoleh nilai *heat loss* pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Heat Loss Gabungan

Heat loss	Presentase
Heat loss pada 21 Juni	13%
Heat loss pada 22 Juni	11%
Heat loss pada 23 Juni	11%

Sumber: Penulis (2024)

Berdasarkan **Tabel 7** merupakan efisiensi pada tanggal 21-23 Juni 2024 didapatkan hasil perhitungan *heat loss*-nya sebesar 13%, 11%, dan 11% (Penulis, 2024).

3.3. Specific consumption

Specific consumption adalah efisiensi dalam penggunaan energi yang didapatkan dari besarnya pemakaian energi untuk menghasilkan satu satuan produksi (Kementerian Perindustrian, 2011). Berdasarkan parameter aktual *flow* natural gas serta jumlah produksi ton per hari maka diperoleh nilai *specific consumption* pada **Tabel 8**.

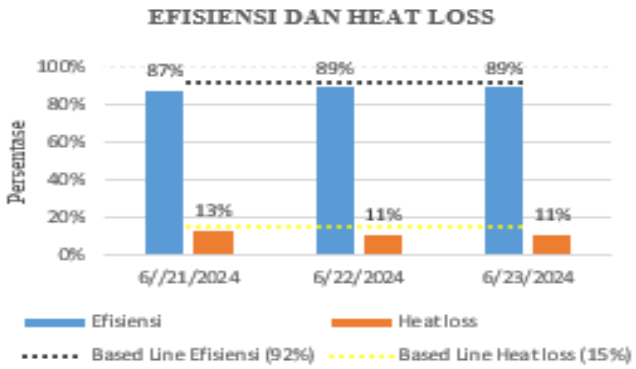
Tabel 8.Specific consumption

Specific consumption **(Nm^3/Ton)**	
Specific consumption pada 21 Juni	70.6
Specific consumption pada 22 Juni	72.6
Specific consumption pada 23 Juni	72.7

Sumber: Penulis (2024)

Berdasarkan **Tabel 8** merupakan *Specific consumption* pada tanggal 21-23 Juni 2024 didapatkan hasil perhitungan *Specific consumption* sebesar 70.66 Nm^3/Ton, 72.65 Nm^3/Ton, dan 72.69 Nm^3/Ton (Penulis, 2024).

Berikut **Gambar 2** merupakan hasil secara keseluruhan dalam bentuk grafik selama 3 hari berturut-turut dari efisiensi dan *heat loss* beserta *based line*. Untuk nilai efisiensi memiliki *based line* atau nilai batas standart diangka lebih dari 85% dan kurang dari 92%. Untuk nilai *heat loss* memiliki *based line* atau nilai standart SNI diangka <15%.

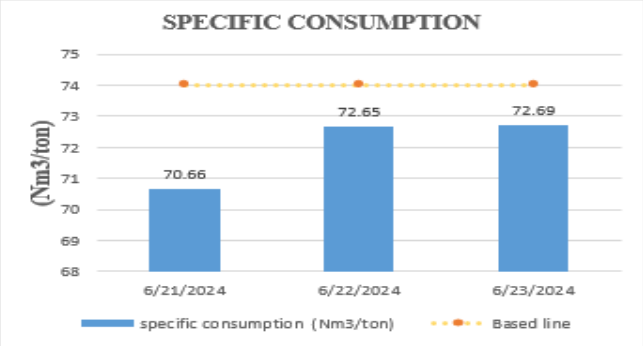


Gambar 3. Efisiensi dan heat loss
Sumber: Penulis (2024)

Berdasarkan **Gambar 3** Efisiensi dan *heatloss* pada alat *heater* di Unit *Heat Transfer Medium* yang diamati dalam tiga hari berturut-turut pada tanggal 21 Juni hingga 23 Juni 2024 maka didapatkan hasil perhitungan *heat loss*-nya sebesar 13%, 11%, dan 11%. Lalu untuk efisiensi termalnya dalam tiga hari berturut-turut didapatkan hasilnya masing-masing sebesar 87%, 89%, dan 89%. Jika dirata-ratakan untuk efisiensi thermal selama 3 hari sebesar 88%. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan untuk nilai efisiensi thermalnya dari ketiga hari tersebut. Hal itu dapat terjadi karena persentase perharinya berubah cukup

signifikan dan dipengaruhi pula oleh *flow* komposisi Natural Gas, *flow*, *temperature* HTM, serta *feed* kapasitas produksi. Berdasarkan analisis bahwa nilai efisiensi dari perhitungan di atas sudah layak atau sudah memenuhi standart SNI, akan tetapi nilai efisiensi thermal alat *heater* setiap harinya bisa naik dan turun. Oleh karena itu, untuk mempertahankan atau meningkatkan keefektifan nilai efisiensi tersebut dibutuhkan beberapa upaya, seperti melakukan *cleaning noozle* dan *burner* pada *heater* secara berkala, memasang *air flow control system* untuk menjaga *supplay* udara dan natural gas dalam keadaan optimum, memodifikasi *Air Pre-Heater* karena dapat meningkatkan efisiensi dengan mengurangi kehilangan panas dan memanfaatkan gas buang untuk memanaskan udara pembakaran sehingga dapat menghemat konsumsi energi natural gas.

Dilakukannya pemeliharaan rutin pada alat untuk memastikan semua komponen beroperasi dengan optimal ini termasuk *controlling* optimalisasi aliran udara, dilakukannya pengendalian suhu di berbagai titik dalam *heat* untuk menghindari *overheat*, dan melakukan pengecekan rutin agar tidak ada sesuatu yang dapat menghambat pembakaran, serta terjadinya kebocoran sistem yang menyebabkan nilai *heat loss* meningkat sehingga dapat menurunkan nilai efisiensi. Namun, Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja *heater p*ada unit Heat Transfer Medium ini efektif dan layak untuk berkepanjangan karena energi yang terbuang tidak banyak, dan hasil dari perhitungan *heat loss*-nya pun masih sesuai dengan standart, yaitu dengan nilai *heat loss* minumum 10% dan maksimum 15%. Kemudian berikut **Gambar 4** merupakan hasil secara keseluruhan dalam bentuk grafik selama 3 hari berturut-turut dari *spesific consumption* beserta *based line*.



Gambar 1. Spesific consumption
Sumber: Penulis (2024)

Berdasarkan **Gambar 4** perhitungan hasil analisis *spesific consumption* pada alat *heater* di Unit Heat Transfer Medium bahwa nilai *spesific consumption* berada dalam kondisi efektif dan sesuai standart, yaitu ≤ 74 Nm^3/ton yang mana perbandingan jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan satu satuan produk. Besarnya energi *spesific consumption* berhubungan dengan penentuan indeks pengolahan penggunaan energi setiap periode waktu tertentu. Hal itu disertai dengan hasil analisa pada tanggal 21 Juni 2024 sampai 23 Juni 2024 masing-masing menunjukkan nilai 70.66 Nm^3/ton, 72.65 Nm^3/ton, dan 72.69 Nm^3/ton.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan performa *heater* pada unit heat transfer medium dengan produk sumber pemanas yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis efisiensi pada alat *fired heater* bahwa efisiensi berada dalam kondisi efektif. Hal ini dapat dilihat dari kinerja heater dan hasil pengamatan selama tiga hari berturut-turut, yaitu memiliki efisiensi dengan nilai rata-rata sebesar 88%. Perbedaan persentase perharinya yang cukup signifikan dapat dipengaruhi oleh masukkan, keluaran gas, serta *feed* kapasitas. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kinerja heater sudah baik dan layak digunakan.
2. Berdasarkan hasil analisis *heat loss* berada dalam kondisi efektif dan sesuai standart, yaitu sebesar 10 – 15% untuk digunakan dalam jangka panjang karena tidak banyak energi yang terbuang dibuktikan dengan hasil analisa pada pada tanggal 21 Juni 2024 sampai 23 Juni 2024 masing-masing menunjukkan nilai *heat loss* sebesar 13%, 11%, dan 11%.
3. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis pada alat heater bahwa nilai *spesific consumption* berada dalam kondisi efektif dan sesuai standart, yaitu ≤ 74 Nm^3/ton. Hal itu disertai dengan hasil

analisa pada tanggal 21 Juni 2024 sampai 23 Juni 2024 masing-masing menunjukkan nilai 70.66 Nm^3/ton, 72.65 Nm^3/ton, dan 72.69 Nm^3/ton.

5. Singkatan

%	Percentage
Density	a basic property of matter defined as the mass per unit volume of a material
Heat Capacity	In a system, Cp is the amount of heat energy released or absorbed by a unit mass of the substance with the change in temperature at a constant pressure
HTM	Heat Transfer Medium
NG	Natural Gas
TPD	Ton per Day

6. Referensi

[1] Zdenek, Jiri Vondal, Jiri Hajek,"Standards for fired heater design: An assessment based on computational modelling," *Applied Thermal Engineering*., vol.89, pp.1068-1078,2015.

[2] Behnaz Rahmatmand, Mohammad Reza Rahimpour "Hazardous materials and dust release in disasters of oil, gas, and petrochemical units," *Fire Triangle*., 2023.

[3] Choirul Anam, dkk., "Analisis Peningkatan Efisiensi Direct-Fired Heater," ISSN: 2548-3854, Vol. 2, No. 2, 2018.

[4] Yunira Ayu Saputri,dkk.,"Analisis efisiensi heater pada pengolahan steam pada pengolahan steam unit 7 pembangkit listrik tenaga uap," *Distilat*, 8 (1), 54-63., 2023.

[5] Anggiansyah,Reza,"Analisis Kinerja Sistem Kontrol Fuel Gas Heater Tipe Feed Water Treatment Efisiensi Gas Turbin Tipe F di PLTGU," 2020.

[6] M. Shekarchian,dkk.," Energy, exergy, environmental and economic analysis of industrial fired heaters based on heat recovery and preheating techniques," *Energy Conversion and Management*,vol 71, pp 51-61, 2013.

[7] SH Pranolo,dkk.,"Kajian Konsumsi Energi Spesifik Sektor Industri Kimia Di Indonesia Sebagai Acuan Efisiensi Energi," *Prosiding SNTK Eco-SMART*,vol 1, no 1, 2019.

[8] Hosokai Sou, Matsuoka Koichi, Kuramoto Koji, Suzuki Yoshizo,"Modification of Dulong's formula to estimate heating value of gas, liquid and solid fuels," *Fuel Processing Technology.* 152: 399–405, 2016.

[9] Carl L. Yaws,"Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals" *McGraw-Hill Education*, 1999.

[10] Holman, J.P. 1993. heat transfer, *Erlangga*, *Edition* 6th, Jakarta.

[12] Winanti, W. S. & Prayudi, T.,"Efisiensi Boiler pada Industri Tepung Terigu," *Jurnal Teknik Lingkungan*, pp. 58-65, 2006.

[13] Kementerian Perindustrian, "Spesific Consumption Energy"Jakarta:Indonesia, 2011.

[14] L. B. Theodore, S. L. Andrienne, P. I. Frank and P. D. David, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer," *United States of AmericaJohn Wiley & Sons*,2011.

[15] David M. Himmelblau dan James B. Riggs,"Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering" Ed 8th, 1993.

[16] Perry, R.H.,"Perry's Chemical Engineers' Handbook," *Mc. Graw Hill Book Company, United States of America*, 8th edition, 1997.